

**PROCESS FOR PRODUCING INFRARED EMITTING DEVICE AND INFRARED EMITTING DEVICE PRODUCED BY THE PROCESS**

**Patent number:** KR100270643B  
**Publication date:** 2000-11-01  
**Inventor:** KODATO SETSUO (JP); OHYA SEISHIRO (JP);  
KARASAWA SHIRO (JP); YUASA HIROYASU (JP);  
AKIMOTO KENJI (JP)  
**Applicant:** ANRITSU CORP (JP)  
**Classification:**  
- **international:** **G01J3/10; H05B3/00; H05B3/10; G01J3/00; H05B3/00;**  
**H05B3/10; (IPC1-7): H05B3/10**  
- **europaean:** H05B3/10; G01J3/10F; H05B3/00L1B  
**Application number:** KR19980700786T 19980203  
**Priority number(s):** JP19960162387 19960603; WO1997JP01847 19970530

**Also published as:**

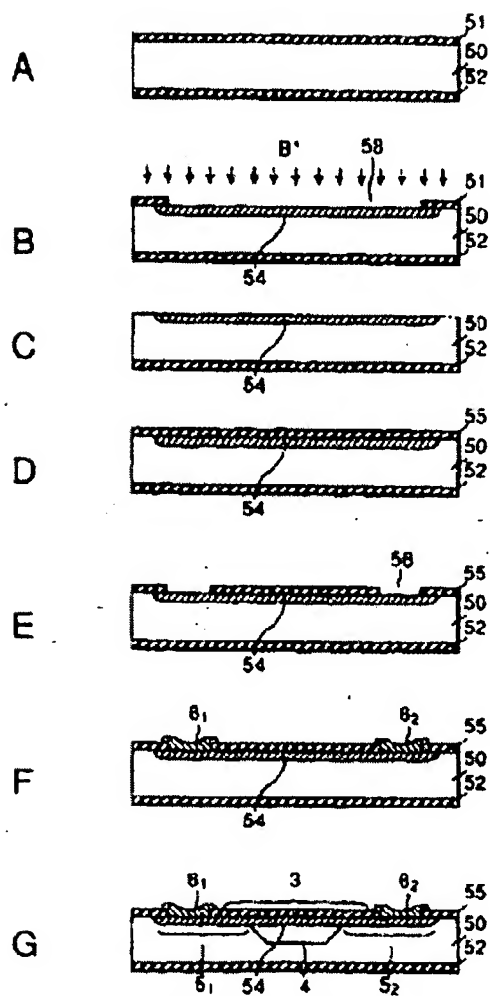
EP0844806 (A1)  
WO9747159 (A1)  
US6204083 (B1)  
EP0844806 (A4)

Report a data error here

Abstract not available for KR100270643B

Abstract of correspondent: **WO9747159**

In order to manufacture a high performance infrared emitting device which has high speed thermal response characteristics and a high infrared emissivity, a bridge part (heating part) having an isolation space is formed in a silicon substrate. After boron ions are implanted as impurities such that the peak value of the impurity concentration distribution is not less than  $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ , the substrate is annealed under predetermined conditions to activate the impurity layer which is a bridge part to adjust its thickness not larger than 5  $\mu\text{m}$ . Even if the thickness of the bridge part is reduced in order to improve the thermal response characteristics, since the impurity concentration is high, the infrared emissivity is not lowered and, further, a large temperature modulation width can be obtained. The dosage of the boron ions is preferably not less than  $3.0 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ . In order to activate the impurity layer after the boron ion doping, if the substrate is annealed, for instance, at a temperature of 1100 DEG C - 1200 DEG C in a nitrogen gas atmosphere for 5 - 40 minutes and, further, in a wet oxygen atmosphere for 25 - 40 minutes, the concentration of the boron ions and the activation of the impurity layer can be improved stably.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup> H05B 3/10	(45) 공고일지 2000년 11월 01일
(21) 출원번호 10-1990-0700706	(11) 등록번호 10-0270643
(22) 출원일지 1998년 02월 03일	(24) 등록일지 2000년 08월 04일
인원출제출일지 1998년 02월 03일	(65) 공개번호 특 1999-0036118
(86) 국제출원번호 PC1/JP 97/01047	(43) 공개일지 1999년 05월 25일
(87) 국제출원일지 1997년 05월 30일	(87) 국제공개번호 WO 97/47159
(81) 지정국 EP 유럽특허 : 독일 프랑스 국내특허 : 일본 대한민국	(87) 국제공개일지 1997년 12월 11일
(30) 우선권주장 96-162307 1996년 06월 03일 일본(JP)	
(73) 특허권자 인리프 기부사키가이시 니카가와 이소오	
(72) 발명자 일본 도쿄도 미나토구 미나미이자부 5초메 10번 27고 고다토 세츠오	
	일본 가나가와현 이초가시 츠마다히가시 1-6-60-203 오이 세이시로
	일본 가나가와현 후지사와시 구게누마이시지메 2-2-9-304 기리사와 시로
	일본 가나가와현 후지사와시 초지도타이해이데이 1-9-36 유야사 히로아스
	일본 가나가와현 이초가시 미즈하카 2-11-6 미즈하카로 22 이카모토 겐지
(74) 대리인 김정세	일본 가나가와현 요코스카시 코야베 2초메 30번 1고

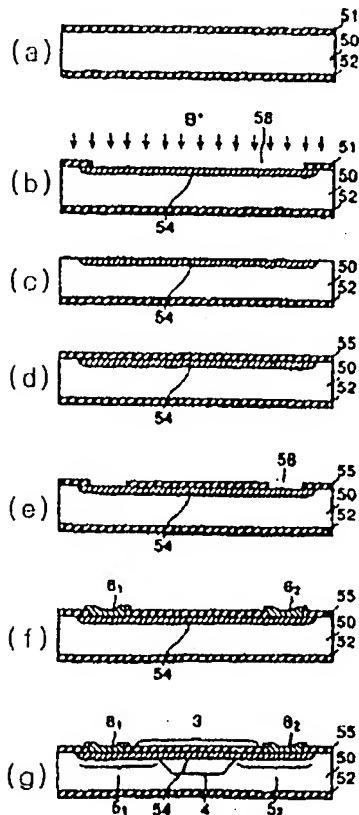
심사관 : 민경신

(54) 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자

요약

본 발명은, 열 응답 특성이 고속이고 적외선 방사율이 높은 고성능의 적외선 방사 소자를 제조하기 위하여, 실리콘 소자 기판에 분리 공간을 갖는 교량(발열)부를 형성한다. 이 교량부는 어온 주입에 의해 불순물로서 불소를 농도 분포의 피크값이  $1.5 \times 10^{19}$  개/cm<sup>3</sup> 이상이 되도록 도핑한 후, 상기 불순물층을 활성화하기 위한 소량의 조건하에서 어닐링 처리를 함으로써 두께가 5μm 이하로 형성된다. 이렇게하여 제조되는 적외선 방사 소자는, 열 응답 특성을 향상시키기 위해 교량부의 두께를 뒤편에 하더라도 불순물 농도가 높기 때문에 적외선 방사율이 저하되지 않음과 동시에, 큰 온도 변화폭을 얻을 수 있다. 상기 불순물로서는, 불소를 어온 주입으로 도핑할 때에, 도우즈량은  $3.0 \times 10^{14}$  개/cm<sup>3</sup> 이상으로 하면 좋다. 상기 어닐링 처리는, 불소의 도핑 후에 불순물층을 활성화하기 위하여, 예를 들면, 온도 1100℃ 내지 1200℃의 질소 가스 분위기하에서 5분 내지 40분, 또한 습식 산소 분위기하에서 25분 내지 40분 정도의 조건하에서 실행하도록 하면, 어온 주입에 의한 불소의 도핑의 농도와 불순물층의 활성화를 안정적으로 높일 수 있다.

대조도



물 세서

기술문

본 발명은 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에 관한 것으로, 특히 실리콘 마이크로 미선에 의한 교량(발열)부를 발열시켜 적외선을 방사시키는 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에 관한 것이다.

배경기술

종래에는, 가스 분석 센서 등에 사용되는 적외선 발광 소자로써, 필라멘트에 전기가 통하게 하여 발열시킴으로써 필라멘트로부터 적외선을 방출시키는 적외선 방사 소자가 사용되었다.

도 22에서 참조 부호(101)로 표시한 것은, 상기한 종래 기술에서의 필라멘트에 의한 적외선 방사 소자(102)를 사용한 가스 분석 시스템이다.

즉, 이 가스 분석 시스템에 있어서, 적외선 방사 소자(102)의 필라멘트로부터 방사된 적외선(141)은 초퍼(chopper)(142)에 의해 단속적으로 차폐됨으로써 정밀 적외선(144)으로 되어 필티(146)를 통해 가스(143)로 입사된다.

그리고, 가스(143)를 투과한 정밀 적외선(144)은 수광 소자(145)로 수광되도록 구성되어 있다.

이러한 가스 분석 시스템(101)은, 정밀 적외선(144)을 수광하였을 때의 수광 레벨의 최대값과 최소값의 비(比)로부터 가스(143)의 농도를 산출하도록 구성되어 있다.

따라서, 이 가스 분석 시스템(101)에서는 정밀 적외선(144)이 필요하지만, 상술한 비와 같은 적외선 방사 소자(102)에서는 연속적인 적외선밖에 방사할 수 없기 때문에, 초퍼(142)가 필수불가결한 구성 요소로 되어 있었다.

한편 최근에는, 가스 분석 시스템의 소형화와 저비용화가 요망되고 있다.

이 때문에, 초미(142)를 사용하지 않고도 적외선을 연속적으로 방사할 수 있는 적외선 방사 소자의 개발이 요망되었다.

그래서, 발열체로서 세라믹 벌크 재료를 사용한 것이나, 실리콘 마이크로 머신을 사용한 것 등, 다수의 적외선 방사 소자가 개발되고 있다.

그러나, 발열체로서 세라믹 벌크 재료를 이용한 적외선 방사 소자는, 고온부의 열전도율이 작고, 또한 벌크 재료의 열팽창이 크기 때문에, 고속으로 점발시킬 수 없다.

예컨대, 이 적외선 방사 소자에서 40Hz로 적외선을 방사시키고자 하는 경우, 발열부의 최저 온도와 최고 온도의 차이가 150℃밖에 되지 않아, 적외선의 최소 방사량과 최대 방사량의 차이가 작다고 하는 문제가 있었다.

또한, 실리콘 마이크로 머신을 사용한 적외선 방사 소자의 경우에는, 다음의 문헌에 개시되어 있는 바와 같이, 실리콘 구조체에 p-불순물로서 붕소를 일렉트릭하게 실리콘 구조층 밑의 활성층을 에칭 제거하고, 또한 실리콘 구조체의 p-층을 기고 구조로 함으로써, 그 기고 부분을 발열시켜 적외선을 방출시키고 있다(참고 문헌: Technical Digest of the 11th Sensor Symposium, 1992, pp.169-172, Kimura 등).

그래서, 이 실리콘 마이크로 머신을 사용한 적외선 방사 소자에서는, p-불순물층을 붕소의 일렉트릭에 의해 형성하기 때문에, 기고 구조의 교량 부분이 두꺼워져, 구동 전압에 대한 열 응답 특성이 불량하다고 하는 문제가 있었다.

그래서, 교량 부분을 얇게 할 수 있으면 투입 전압에 대한 열 응답 특성을 개선할 수 있다.

그러나, 붕소가 일렉트릭에 의해 형성되는 교량 부분을, 필요한 적외선의 파장에 있어서의 흡수 계수의 역수 정도의 두께로 얇게 하면, 급속히 적외선의 방사율이 저하하여 적외선 방사 강도가 약해져 버리기 때문에, 현재로서는, 5 $\mu$ m 정도의 두꺼운 교량부를 갖는 실리콘 마이크로 머신에 의한 적외선 방사 소자밖에는 얻을 수 없다.

또한, 종래의 p-불순물로서 붕소가 일렉트릭에 의해 형성되는 실리콘 마이크로 머신을 사용한 적외선 방사 소자에서는, 교량부가 두꺼워져 열 응답 특성이 느리고, 정전압 구동으로 적외선을 방사시키고자 할 경우, 전압을 인가하고 나서 온도 상승에 의해 저항값이 증대할 때까지 걸리는 시간이 길어서 지나치게 큰 전류가 흘러 비어 교량부가 용단되어 버리는 경우가 있었다.

이러한 사태를 피하기 위해서는 적외선 방사 소자의 구동 회로로서 보호 회로를 마련하든지 정전류 구동 방식을 채용하지 않을 수 없는데, 어떻게 하더라도 구동 회로의 구성이 복잡하게 된다고 하는 문제가 있었다.

또, 이상과 같은 종래의 p-불순물로서 붕소가 일렉트릭에 의해 형성되는 실리콘 마이크로 머신을 사용한 적외선 방사 소자의 문제는, 한 요인으로서, 붕소의 일렉트릭에 있어서 붕소의 농도(concentration) 및 픽스 프로파일의 독립적으로 정밀하게 제어할 수 없다는 것에 기인한다고 생각된다.

이러한 종류의 적외선 방사 소자에 있어서, 붕소의 농도 및 불순물층으로서의 활성화는 적외선 방사율의 고저에 중요한 요소가 된다.

그러나, 일렉트릭에 의하면, 붕소의 농도와 불순물층으로서의 활성도가 낮아서 교량 부분을 얇게 할 수가 없으며, 실시 그 두께를 확보하였다고 하더라도 얻어지는 적외선의 방사율이 저하해 버린다고 하는 악순환에 빠진다고 생각된다.

또한, 일렉트릭에서는, 교량 부분에 대한 에칭후의 기계적 강도의 안전성으로 인한 제약도 있어, 실제로 얻어지는 두께를 얇게 하는 것에는 한계가 있다고 생각된다.

#### 본 발명의 개시

본 발명은 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로, 그 목적은, 열 응답 특성이 고속이고 적외선 방사율이 높으며 간단한 구동 회로로 구동할 수 있을 뿐 아니라 인정한 정전압 구동을 가능하게 하는 고성능 적외선 방사 소자를 적은 비용으로 양산성이 좋게 효율적으로 제조하는 것이 가능한 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자를 제공하는 것이다.

본 발명에 따르면, 상기한 목적을 달성하기 위해서, 소자 기판으로 될 단결정 실리콘 기판을 준비하는 공정과, 상기 소자 기판에 소정의 형상을 갖는 발열부를 형성하기 위하여 상기 소자 기판의 상면측으로부터 이온 주입에 의해  $1.5 \times 10^{19}$  개/cm<sup>2</sup> 이상의 펄스 농도로 붕소를 도핑함으로써 고농도 영역으로서 불순물층을 형성하는 공정과, 상기 불순물층이 형성된 소자 기판에 상기 불순물층을 활성화하기 위한 소정의 조건하에서 어닐링 처리를 실시하는 공정과, 상기 소자 기판에 있어서 상기 발열부에 대한 구동 전압 인가부를 형성하기 위해 상기 불순물층의 양면과 오믹 콘택트에 의해 접속되는 인성의 전극을 형성하는 공정과, 상기 소자 기판에 있어서 상기 발열부를 교량 형상으로 하기 위해 상기 불순물층의 중간 부분을 포함하는 하층 부분을 이방성 에칭에 의해 제거하여 분리 공간을 형성하는 공정을 구비하여, 상기 한 쌍의 전극을 거쳐 상기 발열부에 구동 전압이 인가되었을 때 상기 교량 형상으로 된 상기 발열부로부터 상기 구동 전압에 따른 적외선을 방사하는 것이 가능하게 되는 적외선 방사 소자의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 이온 주입은 적어도  $3.0 \times 10^{14}$  개/cm<sup>2</sup> 이상의 도우즈량으로 붕소를 도핑하는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 발열부는 두께가 0.2 $\mu$ m 이상, 5 $\mu$ m 이하로 형

상되는 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 발열부에서 발생되는 적외선의 방사율이 0.5 이상으로 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 고농도 영역은 상기 발열부의 중앙 부분에 배치되며, 해당 고농도 영역에는 발열부의 양단보다 폭이 좁은 고정항부가 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 고농도 영역의 양측에는 상기 고농도 영역보다 물순을 농도가 높은 영역이 위치하도록 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 고농도 영역은 상기 발열부의 중앙 부분에 배치되며, 해당 고농도 영역의 양측에는 상기 고농도 영역보다 물순을 농도가 낮은 영역이 배치되도록 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 적외선이 투과될 수 있는 적외선 투과부가 마련된 패키지를 준비하는 공정과 상기 소지 기판을 상기 패키지에 기밀하게 수납하는 공정을 더 구비하고, 상기 적외선 투과부를 통해 적외선을 방사할 수 있도록 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 적외선 투과부가 삼리판으로 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 삼리판에 형성된 모양으로 홈을 비연이어 그레벨 렌즈를 형성하는 공정을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 발열부의 상기 고농도 영역을 발열시켜 적외선을 방사시키기 위하여, 상기 한 쌍의 전극 사이에 100Hz 이하의 주파수 전압이 인가되었을 때, 상기 고농도 영역의 온도 범조폭이 700℃ 이상, 1100℃ 이하로 되는 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 발열부의 상기 고농도 영역을 발열시켜 적외선을 방사시키기 위하여, 상기 한 쌍의 전극 사이에 100Hz 이하의 주파수 전압이 인가되었을 때, 상기 고농도 영역의 온도 범조폭이 100℃ 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 상기 이닐링 처리는, 1100℃ 내지 1200℃의 질소 가스 분위기하에서 5분에서 40분, 또한 습식 산소 분위기하에서 25분에서 40분 정도의 조건으로 실행되는 것을 특징으로 하는 적외선 방시 소지의 제조 방법이 제공된다.

또한, 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위해서, 소지 기판으로 될 단결정 실리콘 기판을 준비하는 공정과, 상기 소지 기판에 소정의 형상을 갖는 발열부를 형성하기 위하여 상기 소지 기판의 상면측으로부터 이온 주입에 의해  $1.5 \times 10^{16}$  개/cm<sup>2</sup> 이상의 피크 농도로 붕소를 도핑함으로써 고농도 영역으로서 붕순물층을 형성하는 공정과, 상기 붕순물층이 형성된 소지 기판에 상기 붕순물층을 환성화하기 위한 소정의 조건 하에서 어닐링 처리를 실시하는 공정과, 상기 소지 기판에 있어서 상기 발열부에 대한 구동 전압 인가부를 형성하기 위하여 상기 붕순물층의 양단과 오믹 콘택트에 의해 접속되는 한 쌍의 전극을 형성하는 공정과, 상기 소지 기판에 있어서 상기 발열부를 교량 형성으로 하기 위해 상기 붕순물층의 중간 부분을 포함하는 하측 부분을 어방성 에칭에 의해 제거하여 분리 공간을 형성하는 공정을 구비하는 적외선 방시 소지의 제조 방법에 의해 제조되는 것으로, 상기 한 쌍의 전극을 거쳐 상기 발열부에 구동 전압이 인가되었을 때 상기 교량 형성으로 된 상기 발열부에서 상기 구동 전압에 따른 적외선을 방사하는 것이 가능하게 되는 적외선 방시 소지가 제공된다.

#### 도면의 간단한 설명

도 1a는 본 발명에 따라 제조되는 적외선 방시 소지의 일례를 도시하는 평면도.

도 1b는 도 1a의 10-10 선 단면도.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명에 따른 적외선 방시 소지의 제조 방법의 일례를 도시하는 공정도.

도 3a 내지 도 3f는 본 발명에 따른 다른 예의 제조 방법의 전반부 공정을 설명하기 위한 공정도.

도 4a 내지 도 4d는 도 3a 내지 도 3f에 이어지는 공정을 설명하기 위한 공정도.

도 5a는 본 발명에 따라 제조되는 다른 예의 적외선 방시 소지를 나타내는 평면도.

도 5b는 도 5a의 V0-VB 선 단면도.

도 6a 내지 도 6c는 희생층을 사용한 경우의 적외선 방시 소지의 제조 방법의 일례를 도시하는 공정도.

도 7a 내지 도 7f는 희생층을 사용한 경우의 다른 제조 방법의 일례를 도시하는 공정도.

도 8은 방사되는 적외선의 파장과 방시 강도간의 관계에 대한 측정 결과를 나타내는 그래프.

도 9는 투입 전력과 피크 온도간의 관계에 대한 측정 결과를 나타내는 그래프.

도 10은 거리와 방시 적외선의 강도간의 관계에 대한 측정 결과를 나타내는 그래프.

- 도 11은 구형파(矩形波) 전압에 대한 열 응답 특성의 측정 결과를 나타내는 그래프.
- 도 12a 및 도 12b는 구형파 전압에 대한 전류 응답 특성의 측정 결과를 나타내는 그래프.
- 도 12c 및 도 12d는 정현파 전압에 대한 열 응답 특성의 측정 결과를 나타내는 그래프.
- 도 13은 도 12c 및 도 12d의 열 응답 특성을 나타내는 그래프의 부분 확대도.
- 도 14는 인가되는 전압의 주파수와 최고 온도 및 최저 온도간의 관계에 대한 측정 결과를 나타내는 그래프.
- 도 15는 방사 적외선의 파장과 방사율간의 관계에 대한 측정 결과를 나타내는 그래프.
- 도 16a는 불순물층의 두께와 파장  $5.0\mu\text{m}$ 의 방사 적외선의 방사율간의 관계를 나타내는 그래프.
- 도 16b는 불순물층의 두께와 파장  $4.0\mu\text{m}$ 의 방사 적외선의 방사율간의 관계를 나타내는 그래프.
- 도 16c는 불순물층의 두께와 파장  $3.0\mu\text{m}$ 의 방사 적외선의 방사율간의 관계를 나타내는 그래프.
- 도 17은 SIMS에 의한 불순물 농도 분포의 측정 결과를 나타내는 그래프.
- 도 18a는 도우즈량과 파장  $5.0\mu\text{m}$ 의 방사 적외선의 방사율간의 관계를 나타내는 그래프.
- 도 18b는 도우즈량과 파장  $4.0\mu\text{m}$ 의 방사 적외선의 방사율간의 관계를 나타내는 그래프.
- 도 18c는 도우즈량과 파장  $3.0\mu\text{m}$ 의 방사 적외선의 방사율간의 관계를 나타내는 그래프.
- 도 18d는 교량부의 온도에 대한 저항값의 변화 특성을 나타내는 그래프.
- 도 19a는 패키지를 분리한 상태의 적외선 방사 소자를 도시하는 평면도.
- 도 19b는 패키지를 부착한 상태의 적외선 방사 소자의 일부 단면도.
- 도 20a는 적외선 방사율을 높게 하는 교량부의 일례를 도시하는 도면.
- 도 20b는 적외선 방사율을 높게 하는 교량부의 다른 일례를 도시하는 도면.
- 도 21은 적외선 방사 소자를 구동하는 회로의 일례를 도시하는 블록도.
- 도 22는 종래 기술의 적외선 방사 소자를 사용한 가스 분석 시스템의 일례를 도시하는 도면.

#### 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

우선, 본 발명의 개요에 대하여 설명한다.

- (1) 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 소자 기판과, 해당 소자 기판에 마련된 분리 공간에 의해 기교 구조로 된 교량(발열)부를 구비하며, 전원으로부터의 종전에 의해 적외선을 방사할 수 있도록 구성된 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에 있어서, 상기 교량부는, 예를 들면, 두께가  $5\mu\text{m}$  이하로 형성되고, 이온 주입 및 그 후의 어닐링 처리에 의해 불순물이  $3.0 \times 10^{16}$ 개/ $\text{cm}^2$  이상의 도우즈량으로 도핑된 고농도 영역을 갖게 되는 적외선 방사 소자로서 제조하는 것을 특징으로 한다.
- (2) 또한, 본 발명은, 소자 기판과, 해당 소자 기판에 마련된 분리 공간에 의해 기교 구조로 된 교량부를 구비하며, 전원으로부터의 종전에 의해 교량부로부터 적외선을 방사할 수 있도록 구성된 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에 있어서, 상기 교량부는, 예를 들면, 두께가  $5\mu\text{m}$  이하로 형성되고, 불순물이  $1.5 \times 10^{16}$ 개/ $\text{cm}^2$  이상의 미크 농도로 도핑된 고농도 영역을 갖게 되는 적외선 방사 소자로서 제조하는 것을 특징으로 한다.
- (3) 상기 (1) 또는 (2)의 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에 있어서, 상기 고농도 영역을 상기 교량부의 중앙 부분에 배치하고, 해당 고농도 영역에 교량부의 일단보다 폭이 좁은 고저항부를 마련하여도 좋다.
- (4) 이 (3)의 경우에는, 상기 고농도 영역의 양쪽에 상기 고농도 영역보다 불순물 농도가 높은 영역이 배치되도록 형성하여도 좋다.
- (5) 한편, 상기 (1) 또는 (2)의 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에 있어서는, 상기 고농도 영역을 상기 교량부의 중앙 부분에 배치하고, 해당 고농도 영역의 양쪽에 상기 고농도 영역보다 불순물 농도가 낮은 영역이 배치되도록 형성하여도 좋다.
- (6) 이와 같은 (1) 내지 (5) 중 어느 하나의 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에 있어서, 상기 교량부가 실리콘으로 구성되고, 상기 고농도 영역의 불순물에는 붕소를 포함시켜도 좋다.
- (7) 또한, 상기 (1) 내지 (6) 중 어느 하나의 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자에는, 적외선이 투과될 수 있는 적외선 투과부를 구비한 패키지가 마련되고, 상기 소자 기판을 상기 패키지에 기밀하게 수납하여, 상기 적외선 투과부를 거쳐 적외선을 방사할 수 있도록 제조할 수 있다.
- (8) 이 (7)의 경우의 상기 적외선 투과부에 대해서는, 실리콘, 사피이어 등의 기판으로 제조할 수 있다.
- (9) 또한, 상기 (8)의 경우에는, 상기 실리콘, 사피이어 등의 기판에 동심원 모양으로 홈을 파서 프레넬 렌즈를 마련하도록 제조할 수 있다.

(10) 한편, 상기 (1) 내지 (10) 중 어느 하나의 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자는, 상기 교량부의 상기 고농도 영역을 발열시켜 적외선을 방사시키기 위해서, 100Hz 이하의 주파수 전압을 인가함으로써 상기 고농도 영역의 온도 범폭이 700°C 이상, 1100°C 이하로 되는 적외선 방사 소자로서 제조하는 것을 특징으로 한다.

(11) 또한, 상기 (1) 내지 (9) 중 어느 하나의 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자는, 상기 교량부의 상기 고농도 영역을 발열시켜 적외선을 방사시키기 위해서, 1000Hz 이하의 주파수 전압을 인가함으로써 상기 고농도 영역의 온도 범폭이 100°C 이상으로 되는 적외선 방사 소자로서 제조하는 것을 특징으로 한다.

상술한 바와 같은 본 발명에 따른 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자는, 본원의 발명자들이, 두께가 얇은 교량부에 이온 주입 및 그 후의 이닐링 처리에 의해 불순물을 고농도로 도핑하여 고농도 영역으로서 발열시킨 경우, 피장 1.4 $\mu\text{m}$ ~14 $\mu\text{m}$  정도의 적외선 방사에 있어서, 고속의 열 응답성과 높은 방사율이 양립하는 것을 발견함에 따라 창작된 것이다.

이것은 다음과 같은 실험 결과에 근거하고 있다.

우선, 적외선의 파장과 적외선의 방사율과의 관계를 조사하기 위하여, 이온 주입 장치를 사용해, 비저항(比抵抗)이 8~15 $\Omega \cdot \text{cm}$ 인 N형 단결정 실리콘 기판을 소자 기판으로 하고 여기에 붕소를  $4.0 \times 10^{16}$  개/ $\text{cm}^2$ 의 도우즈량으로 도핑한 후 이닐링 처리를 실시하여, 그 깊이가 약 2.6 $\mu\text{m}$ 인 p<sup>+</sup>층을 갖는 적외선 방사 소자를 형성한다.

그리고, 이 적외선 방사 소자의 p<sup>+</sup>층 전체를 고농도 영역으로서 통전시켜 500°C의 온도까지 가열하여 거기에서 방사되는 적외선의 파장과 그 적외선의 방사율을 측정한다.

다음에, 비교예로서, 8~15 $\Omega$ 의 N형 실리콘 기판을 500°C의 온도로 가열하여, 마찬가지로, 기기에서 방사되는 적외선의 파장과 방사율을 측정한다.

가로축을 방사 적외선의 파장( $\mu\text{m}$ ), 세로축을 방사율로 한 경우의 측정 결과물 도 15에 도시한다.

이 도 15 중 참조 부호(a)의 그래프는, p<sup>+</sup>층의 방사 적외선의 파장과 방사율간의 관계를 나타내고 있으며, 참조 부호(b)의 그래프는 N형 기판의 방사 적외선의 파장과 방사율간의 관계를 나타내고 있다.

이 결과로부터, 불순물 농도가 높으면 파장에 관계 없이 적외선의 방사율이 높아지는 것을 확인할 수 있다.

또, 이 그래프의 데이터는 대기 분위기하에서 실험하여 얻은 것이기 때문에, 파장 5.5 $\mu\text{m}$  부근에서 수분 흡수에 의한 흡인속이 나타나고 있다.

다음에, 불순물 농도의 의존성에 대하여, 교량부의 p<sup>+</sup>층의 두께와 방사율간의 관계를 검토한다.

방사율  $\epsilon$ 은, 실험에서의 투과율 T 및 반사율 R의 실험치와 하기 수학적 식에 의해 산출된다(참고 문헌: Herbert Engstrom, J. Appl. Phys., 5245, 51(10), Oct., 1980).

$$\epsilon = (1-R)(1-T)/(1-RT)$$

그 결과, 가로축을 p<sup>+</sup>층의 두께( $\mu\text{m}$ : 확산 길이), 세로축을 방사율  $\epsilon$ 으로 하고, 적외선 파장을 5.0 $\mu\text{m}$ , 4.0 $\mu\text{m}$ , 3.0 $\mu\text{m}$ 으로 한 경우로 나누어, 각각 도 16a, 도 16b, 도 16c에 도시된다.

이들 도면 중, 참조 부호( $\epsilon_1$ )로 나타낸 그래프는 붕소의 도우즈량이  $3.0 \times 10^{15}$  개/ $\text{cm}^2$ 인 경우이고, 참조 부호( $\epsilon_2$ )는  $1.0 \times 10^{15}$  개/ $\text{cm}^2$ , 참조 부호( $\epsilon_3$ )는  $3.0 \times 10^{14}$  개/ $\text{cm}^2$ , 참조 부호( $\epsilon_4$ )는  $1.0 \times 10^{14}$  개/ $\text{cm}^2$ 인 경우이다.

도 16a, 도 16b, 도 16c로부터 명백한 바와 같이, 적외선의 방사율은 p<sup>+</sup>층의 두께가 두꺼울수록 높으며, 약 2.0 $\mu\text{m}$  이하가 되면 저하하기 시작한다.

그러나, 파장 5.0 $\mu\text{m}$ 의 경우에는 두께가 3.0 $\mu\text{m}$  이하라도 1.0 $\mu\text{m}$  이상만 되면 방사율의 저하는 적다.

또한, 적외선의 파장이 3.0 $\mu\text{m}$ 의 경우에는 두께 1.0 $\mu\text{m}$  이상이라도 2.0 $\mu\text{m}$  정도 이하로 되면 방사율이 급속히 저하하고 있다.

어느 파장의 경우에도, 불순물 농도가 높을수록 적외선의 방사율도 높지만, 통상 요망되는 적외선의 파장은 1.4 $\mu\text{m}$ ~14 $\mu\text{m}$ 이며, 단파장일수록 p<sup>+</sup>층의 도우즈량을 높게 해야 하는 것으로 된다.

그러나, 도우즈량이 적더라도, 예를 들면 두께를 1.0 $\mu\text{m}$  이상으로 하면, 그래프( $\epsilon_3$ )( $1.0 \times 10^{15}$  개/ $\text{cm}^2$ )에서도 0.5 이상의 적외선 방사율을 얻을 수 있고, 또한 그래프( $\epsilon_4$ )( $3.0 \times 10^{14}$  개/ $\text{cm}^2$ )에서도 0.4 이상의 적외선 방사율을 얻을 수 있기 때문에, 충분히 실용가능하게 된다.

한편, 열 응답 특성을 고속으로 하기 위하여, 교량부의 두께를 1.0 $\mu\text{m}$  이하로 하고자 하는 경우에는 그래프( $\epsilon_3$ )과 그래프( $\epsilon_4$ ) 사이의 도우즈량( $3.0 \times 10^{14}$  내지  $1.0 \times 10^{15}$  개/ $\text{cm}^2$ ), 구체적으로는  $3.0 \times 10^{14}$  개/ $\text{cm}^2$  이상의 도우즈량으로 하는 것이 바람직하다.



이것은 농도로 환산하면,  $1.5 \times 10^{19}$  개/cm<sup>2</sup>가 된다.

다음에,  $0 \sim 15 \Omega \cdot \text{cm}$ 의  $n$ 형 실리콘 기판을 소자 기판으로 하고, 여기에 이온 주입에 의해  $4.0 \times 10^{16}$  개/cm<sup>2</sup>의 도우즈량으로 붕소를 도핑하여, 예를 들면  $1100^\circ\text{C}$ 에서 어닐링 처리를 실시한 후, 실리콘 기판 표면을 도층시켜 2차 이온 질량 분석계(SIMS)로 붕소를 프로파일을 분석한다.

그 결과가 도 17의 그래프에 도시된다.

일반적으로, 이온 주입으로 소자 기판에 붕소층을 도핑한 경우의 붕소층 농도 분포는, 그 피크가 소자 기판내에 위치하는 반측 기우스 분포로 되어 피크 위치보다 깊이쪽에 미리 붕소층 농도는 급격히 감소한다.

이 도 17에 있어서, 실선으로 나타낸 본 발명에 의한 그래프에서도, 실리콘 기판 표면으로부터  $0.3 \mu\text{m}$  깊이 에 농도 피크가 있고, 실리콘 기판 표면으로부터  $1.5 \mu\text{m}$  정도의 깊이까지는  $10^{19}$  개/cm<sup>2</sup> 이상의 농도로 되어 있지만,  $2.0 \mu\text{m}$  정도보다 깊게 되면  $1.0 \times 10^{16}$  개/cm<sup>2</sup> 이하의 농도로 된다.

즉, 이들은 본 발명의 적외선 방시 소자의 제조 방법에 있어서, 이온 주입에 의한 붕소의 도핑과 그 후의 어닐링 처리에 따라, 붕소의 농도와 도핑 프로파일을 독립적으로 정밀하게 제어할 수 있음과 동시에, 붕소의 농도와 붕소층의 환상화를 적절히 높게 할 수 있기 때문에, 적외선의 방사율을 안정된 상태로 높게 할 수 있음을 나타내고 있다.

그런데, 도 17에 있어서, 피선으로 나타낸 것과 같은, 붕소의 열확산법에 의한 종래 기술의 도핑 프로파일에서의 붕소층 농도 분포는, 그 피크가 본 발명과 같이 소자 기판내에 위치하는 반측 기우스 분포로 되지 않고, 단순히 기판 표면에서부터 깊어질수록 붕소층 농도가 원만히 감소해 가는 특성을 갖는다.

즉, 이들은 상술한 바와 같이, 붕소의 열확산법에 있어서는, 붕소의 농도 및 확산 프로파일을 독립적으로 정밀하게 제어할 수 있다는 것에 기인하고 있다고 생각된다.

한편, 레이저 도핑법 등의 다른 도핑 방법에서는, 붕소층 농도의 피크 위치는 표면에 있는 것이 보통이다.

그런데, 어떠한 방법에 의해 붕소층을 도핑하더라도, 붕소층 중의 붕소층 농도가 높은 부분만이 적외선 방시에 주로 기여하고, 붕소층 농도가 낮은 부분으로부터는 적외선이 그리지 방시되지 않는 것으로 생각된다.

도 17의 그래프에서는 붕소층 농도의 피크값이  $1.0 \times 10^{20}$  개/cm<sup>2</sup> 부근에 있고, 그 피크값이 높을수록 깊은 곳까지 붕소층 농도가 높게 된다.

도 17의 붕소층 농도의 그래프로부터 추측하면, 붕소층 농도가  $1.5 \times 10^{19}$  개/cm<sup>2</sup> 이하인 부분으로부터는 적외선 방시기 적어지므로, 적외선 방시 소자의 교량부는 그 두께 방향의 붕소층 농도 피크가 약  $1.5 \times 10^{19}$  개/cm<sup>2</sup>를 밑돌지 않도록 해야 한다.

이 붕소층 농도를 도우즈량으로 환산하면  $3.0 \times 10^{14}$  개/cm<sup>2</sup>에 대응한다.

다음에, 붕소의 주입량(도우즈량)과 적외선 방시율과의 관계를 구할 수 있다.

이 때에도 고농도 영역으로 되는  $p$  층의 저면 밑에는 공간을 마련하지 않은채 측정된다.

붕소의 도우즈량을 가로축, 방시율을 세로축으로 하고,  $0.12 \mu\text{m} \sim 6.4 \mu\text{m}$  두께의  $p$  층에 대하여, 적외선 파장 이  $5.0 \mu\text{m}$ ,  $4.0 \mu\text{m}$ ,  $3.0 \mu\text{m}$ 인 경우에 대한 그래프가 도 18a, 도 18b, 도 18c에 도시된다.

이들 도면 중, 참조 부호( $m_1$ )로 나타낸 그래프는  $p$  층의 두께가  $6.4 \mu\text{m}$ 인 경우, 참조 부호( $m_2$ )는  $3.2 \mu\text{m}$ , 참조 부호( $m_3$ )는  $1.6 \mu\text{m}$ , 참조 부호( $m_4$ )는  $0.8 \mu\text{m}$ , 참조 부호( $m_5$ )는  $0.4 \mu\text{m}$ , 참조 부호( $m_6$ )는  $0.2 \mu\text{m}$ 인 경우이다.

두께가  $6.4 \mu\text{m}$ 인 경우와  $3.2 \mu\text{m}$ 인 경우의 적외선 방시율의 값은 도 18a, 도 18b, 도 18c 중에서는 구별할 수 없을 만큼 근접해 있으므로,  $p$  층 두께가  $3.2 \mu\text{m}$  이상이 되면 적외선 방시율의 향상에는 기여하지 않음을 알 수 있다.

$p$  층의 두께가  $3.2 \mu\text{m}$  이하에서는 두께가 얇아짐에 따라 적외선 방시율이 저하하지만, 도우즈량을 늘리면 적외선 방시율을 높게 할 수 있음을 알 수 있다.

이상으로부터, 교량부의 두께에 대해서는  $5 \mu\text{m}$ , 바람직하게는  $3.2 \mu\text{m}$  이하로 하는 것이 좋으며, 교방시율을 유지하기 위해서는  $0.2 \mu\text{m}$  이상으로 하는 것이 바람직하다.

$p$  층을 고농도 영역으로 하여 발광시키는 경우에는, 열 응입 특성을 빠르게 하기 위해서, 소자 기판과의 사이에 분리 공간을 마련하여 기교 구조의 교량부로 함으로써, 발광하는 부분의 일장률을 작게 할 필요가 있다.

그러기 위해서는, 고농도 영역 전체를 교량부로 하여도 좋고, 교량부의 중앙 부근에만 고농도 영역을 마련하는 것으로 하여도 좋다.

교량부 중, 온도가 가장 높게 되는 부분은 중앙 부분이기 때문에, 고농도 영역을 교량부의 중앙 부근에만 배치한 경우에는 온도가 높게 되는 곳에 고농도 영역이 위치하게 된다.

그리고, 이 교량부의 고농도 영역의 양측에는 열전도율이 높은 비교적 저농도의 영역이 위치하기 때문에,

적외선 방시기 행해지고 있는 부분으로부터 소지 기판으로의 열전도성이 향상된다.

한편, 교량부의 중앙 부근에만 고농도 영역이 배치되어 있는 경우에는, 그 고농도 영역에 교량부의 양단보다 폭이 좁은 고저항부를 마련해 두면, 그 고저항부를 특히 고온으로 할 수 있어서, 적외선 방시량을 높일 수 있다.

고농도 영역에 고저항부가 마련되어 있는 경우에는, 고농도 영역의 양쪽 교량부 부분의 농도를 고농도 영역보다 높게 하여 저항값이 작아지도록 하면, 고저항부와 다른 부분과의 저항값의 차이가 커져서 고저항부 이외의 부분의 발열이 작아지기 때문에, 더욱 효율적으로 적외선을 방사할 수 있게 된다.

이상 설명한 적외선 방시 소지에 백기지를 마련하여 그 백기지내에 소지 기판을 수납하고, 고농도 영역으로부터 백기지에 마련된 윈도우부(window 部)를 통해 적외선이 방사되도록 제조하면, 백기지내에 불활성 가스를 충전하거나 백기지내를 진공 상태로 할 수 있기 때문에, 교량부가 산소나 수분에 노출되지 않게 되어 교량부의 소실 손상이나 열화를 방지할 수 있다.

이러한 적외선 방시 소지를 가스 분석 시스템 등의 분석 시스템에 사용하는 경우에는, 소전 주파수로 적외선을 방시시켰을 때의 최대 방시량과 최소 방시량의 차이가 큰 것이 바람직하며, 또한 회로 구성이 간단한 전압 구동 회로에 의해서 전압 구동을 할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

상술한 본 발명의 적외선 방시 소지에서는, 도 18d에서 실선으로 도시한 바와 같이, 800℃ 이상에서도 교량부의 저열 온도 특성이 포지티브에서 큰 전류가 흐르면 신속히 발열해 교량부의 저항값이 증대하여 흐르는 전류를 작게 함으로써 정전압 구동에 의해서도 교량부가 소실 손상되는 일이 없도록 제조되어 있기 때문에, 구동파의 경우는 50kHz 이하, 정전압의 경우는 100Hz 이하의 주파수 전압을 인가하여 구동하는 것이 가능하게 되어, 더욱 안정된 정전압 구동을 할 수 있다.

이에 반하여, 통소의 열전선법에 의한 종래 기술에서는, 도 18d에서 파선으로 도시한 바와 같이, 500℃ 이상에서는 교량부의 저항값의 온도 특성이 내기티브로 되어, 상술한 본 발명의 적외선 방시 소지와는 반대의 현상이 발생하기 때문에, 상술한 바와 같이 정전압 구동을 하는 경우에는 소지가 소실 손상될 위험성이 높아 안정적인 정전압 구동을 하는 것이 곤란하였다.

이 경우, 상술한 본 발명의 적외선 방시 소지는, 고속의 열 응답성에 의해, 그 주파수로도 고농도 영역의 온도 변조폭을 700℃ 이상으로 할 수 있도록 제조되어 있기 때문에, 적외선을 연속적으로 치폐하는 초미기 할 필요하게 된다.

단, 상술한 적외선 방시 소지는, 후술하는 바와 같이, 교량부의 온도가 1100℃를 넘어도 교량부의 용단이 관찰되고 있지 않지만, 통상적으로는 교량부를 1110℃ 이상의 온도로 한 경우, 교량부가 용단될 우려가 있기 때문에 온도 변조폭은 1100℃ 이하로 할 필요가 있다.

또한, 상술한 적외선 방시 소지는 1000Hz 이상의 주파수 전압을 인가하더라도 용단되지 않고 100℃ 이상의 온도 변조폭을 얻을 수 있도록 제조되어 있기 때문에, 고주파로 점멸하는 적외선을 필요로 하는 용도로도 사용할 수 있다.

다음에, 이성과 같은 개요에 근거하여 본 발명에 따른 적외선 방시 소지의 제조 방법의 실시예에 대하여 도면을 이용하여 설명한다.

도 1a는 본 발명에 의해서 제조되는 적외선 방시 소지(2)의 평면도이며, 도 1b는 그 18-18 선 단면도이다.

이 적외선 방시 소지(2)는 N형의 단결정 실리콘 기판으로 이루어지는 소지 기판(50)을 구비하고 있으며, 해당 소지 기판(50)상에는 불순물로서 붕소가 고농도로 도핑된 고농도 영역을 갖는 실리콘 구조층으로 이루어진, 분리 공간(4)에 의해서 기교 구조로 형성된 교량(발열)부(3)가 마련되어 있다.

그 제조 공정의 일례를, 제 1 제조 공정으로서, 도 2a~도 2d를 참조하여 설명한다.

우선, 비저항이  $8 \sim 15 \Omega \cdot \text{cm}$ 이고 민방위가 (100)이며 N형 반도체인 단결정 실리콘 기판으로 소지 기판(50)을 마련한다.

그리고, 이 소지 기판(50)에 열산화 처리를 실시함으로써 소지 기판(50)의 표면과 이면에 실리콘 산화막(51, 52)이 각각 형성된다(도 2a).

이 경우, 실리콘 산화막(51)의 두께는 0.7 $\mu\text{m}$  정도로 형성되어 있다.

다음으로, 포토리소그래피 공정에 의해서 실리콘 산화막(51) 표면의 소망 영역을 마스크한 다음 애칭함으로써, 도 1b에 도시한 바와 같은 적사각형의 오믹 콘택트 영역(5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>)으로 되는 곳에 원도우 개구부를 형성하며, 해당 오믹 콘택트 영역(5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>) 사이를 접속하는 폭이 좁은 적사각형 교량부(3)로 되는 곳에 원도우 개구부(50)를 형성한다.

이어서, 이온 주입 장치를 사용하여, 기속 전압 175keV, 도우즈량  $4.0 \times 10^{16} \text{개}/\text{cm}^2$ 의 조건으로 붕소 이온(B<sup>+</sup>)을 소지 기판(50)의 상측으로부터 주입함으로써 불순물층(54)을 형성한다(도 2b).

다음에, 소지 기판(50) 표면을 노출시킨 후(도 2c), 우선 1100℃ 내지 1200℃에서의 질소 가스 분위기하에서 5분 내지 40분, 또한 습식 산소 분위기하에서 25분 내지 40분 정도의 조건으로 불순물층(54)을 활성화하기 위한 어닐링 처리를 실시한다.

그 다음, 기판 소지(50)에 열산화 처리를 함으로써, 기판 소지(50)의 표면에 0.4 $\mu\text{m}$ 의 실리콘 산화막(55)을 형성한다(도 2d).

이 실리콘 산화막(55) 중, 오믹 콘택트 영역(5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>)내를 적사각형으로 개구하여 콘택트 홈(56)을 형성한다(도 2e).

다음에, 소자 기판(50)의 상측으로부터 금, 알루미늄 등의 금속 박막을 증착법에 의해 전면에 성막한 후 패터닝하여 전극(6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>)을 형성한다(도 21).

그런데, 암모니아 용액 등으로 민방위기(100)인 실리콘 기판을 습식 에칭한 경우, 불순물 농도가 낮은 영역은(111)의 민방위로 에칭되고, 불순물 농도가 높은 영역은 에칭되지 않는 것으로 알려져 있다.

그래서, 교량부(3)로 될 불순물층(54) 부분의 길이 방향으로 양측의 실리콘 산화막(55)을 개구한 후 전체를 29%, 90℃의 암모니아 용액에 침적함으로써, 실리콘 산화막(55)을 개구한 다음부터 이방성 에칭을 개시하여, 불순물층(54)의 지면 밑의 소자 기판(50)을 제거해 분리 공간(4)을 형성한다.

이 분리 공간(4)에 의해 기교 구조의 교량부(3)가 형성된다(도 26).

이 교량부(3)의 폭은 200 $\mu$ m이다.

또한, 분리 공간(4)상에 위치하는 부분의 길이는 650 $\mu$ m이며, 또한 그 표면에는 불순물층(54)으로부터 산화막(55)내로 팽소가 확산되어 형성된 동화 유리(7)가 형성되어 있다.

또, 분리 공간(4)의 사면(斜面)의 민방위는 (111)이다.

이와 같은 구조의 교량부(3)는 전극(6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>)과 전기적으로 접속되어 있다.

이렇게 제조된 적외선 방시 소자(2)는, 전극(6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) 사이에 전압이 인가되면, 교량부(3)가 발열하여 거기에서 적외선이 방사되게 된다.

다음에, 이상과 같이 제조된 적외선 방시 소자(2)를 평가하기 위하여, 교량부(3)를 500℃로 발열시킨 경우에 방사되는 1.4 $\mu$ m 내지 14.0 $\mu$ m 범위의 적외선의 스펙트럼 분석이 비침투형 적외 분광 광도계에 의해 실행된다.

그 측정 결과가 도 8에 도시된다.

이 도 8로부터 파장 4 $\mu$ m 부근의 적외선이 최대 강도를 가지고 있음을 알 수 있다.

또한, 이 적외선 방시 소자(2)의 전극(6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) 사이에 주파수 100Hz로 사인파 형태의 전압을 인가하여 교량부(3)의 파크 온도를 측정한다.

이 경우의 투입 전력의 파크 온도와의 관계가 도 9에 도시된다.

이 도 9로부터 투입 전력의 크기에 비례하여 파크 온도가 선형적으로 높아지고 있음을 알 수 있다.

또한, 도 9는 150mW의 전력을 투입하는 것만으로, 교량부(3)를 780℃까지 온도 상승시킬 수 있음을 나타내고 있다.

그리고, 이 적외선 방시 소자(2)에 700mW의 전력을 투입하여 교량부(3)를 가열한 바, 교량부(3)의 중앙 부분이 길이 200 $\mu$ m에 걸쳐 발광하고 있는 것이 관찰되었다.

그 때의 적외선 방시 소자(2)의 방사 적외선 강도를 교량부(3)로부터 떨어진 위치에서 측정할 경우, 방사 적외선 강도와 교량부(3)로부터의 거리와의 관계가 도 10에 도시된다.

이 때, 발광 부분의 온도를 측정할 바, 1100℃를 넘고 있었지만 교량부(3)의 용융은 관찰되지 않았다.

다음에, 이 적외선 방시 소자(2)의 전극(6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) 사이에 주파수 50Hz, 듀티 50%의 구형파에 의한 전압을 인가한 경우의 열 응답 특성을 측정할 결과가 가로축을 시간(msec), 세로축을 온도로 하여 도 11에 도시된다.

이 도 11에서 온도 상승과 온도 저하가 급격하다는 것을 알 수 있다.

이 경우의 열 시간수는 1.0msec 이하이다.

또한, 50Hz, 듀티 50%, 2.0V의 전압을 인가한 경우에, 적외선 방시 소자(2)에 흐르는 전류의 특성이 도 12a에 도시된다.

도 12a의 상측 구형파가 전압 파형이고, 그 아래의 파형이 전류 파형이다.

전압이 인가된 순간은 교량부(3)의 온도가 낮기 때문에 저항값이 작아 180mA의 전류가 흐르지만, 발열하여 저항값이 증가하면 흐르는 전류가 감소하여 120mA의 정전류로 된다.

이와 같이, 불순물을 고농도로 도핑한 교량부(3)를 갖는 적외선 방시 소자(2)에서는, 교량부(3)에 흐르는 전류에 대하여 실질적으로 네가티브 피드백(負帰還)이 걸리도록 작용하기 때문에, 정전류 회로를 사용하지 않고도 적외선을 안정적으로 방사시킬 수 있게 된다.

구형파 대신에 정현파의 전압을 적외선 방시 소자(2)의 전극(6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) 사이에 인가하여 열 응답 특성을 측정할 결과가 도 12b에 도시된다.

도 12b의 상측은 50Hz, 듀티 50%의 정현파 전압 파형이고, 하측은 그 전압 파형을 잘 추종하여 응답한 100Hz의 온도 파형이다.

그 온도 파형의 부분 확대도가 도 13에 도시된다.

이 도 13으로부터, 100Hz에서는 최저 온도가 약 120℃이고 최고 온도가 약 720℃로 되어 약 600℃의 온도 변조폭을 얻을 수 있으며, 그보다도 낮은 주파수에서는 700℃ 이상의 온도 변조폭을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

또한, 전입을 정한피로 인가한 경우의 주파수와 온도 변조폭과의 관계의 측정 결과기, 가로축을 주파수(로 그 눈금), 세로축을 온도로 하여, 도 14의 그래프에 도시된다.

이 도 14에 있어서 실선으로 도시한 바와 같이, 본 발명에서는, 40Hz 이하의 주파수에서는 최저 온도가 실온과 동일하고 최고 온도가 820°C로 되어 온도 변조가 800°C 정도로 되고 있음을 알 수 있다.

또한, 도 14에 있어서 실선으로 도시한 바와 같이, 본 발명에서는, 주파수 100Hz에서 최저 온도가 90°C이고 최고 온도 790°C로 되어 온도 변조폭이 700°C로 되는 것을 알 수 있다.

또한, 도 14에 있어서 실선으로 도시한 바와 같이, 본 발명에서는, 주파수가 100Hz를 넘더라도, 200Hz이면 최저 온도가 240°C이고 최고 온도가 700°C로서 온도 변조폭이 460°C이며, 주파수 1000Hz에서는 최저 온도가 440°C이고 최고 온도가 550°C로서 110°C의 온도 변조폭을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

이에 반하여, 도 14에 있어서 파선으로 도시한 바와 같이, 종래 기술(열확산법)에서는, 주파수 100Hz에서 최저 온도가 190°C이고 최고 온도가 750°C로서 온도 변조폭이 560°C인 것을 알 수 있다.

또한, 도 14에 있어서 파선으로 도시한 바와 같이, 종래 기술(열확산법)에서는, 주파수가 100Hz를 넘더라도, 200Hz이면 최저 온도가 300°C이고 최고 온도가 660°C로서 온도 변조폭이 360°C로 되는 것을 알 수 있다.

즉, 이 둘은, 본 발명이 종래 기술(열확산법)보다 넓은 온도 변조폭을 얻을 수 있음을 나타내고 있다.

이상은, 교량부(3) 전체를 고농도 영역으로 한 경우를 설명하였는데, 교량부의 중앙 부분만을 고온도 영역으로 하여도 좋다.

그 경우의 제조 공정이다. 도 3a~도 3f와 도 4a~도 4d에 도시되어 있다.

이 도 3a~도 3f 및 도 4a~도 4d에서는, 도 2a~도 2g에서 사용된 참조 부호가 나타내는 부재와 동일한 부재에는 동일한 참조 부호가 부여되어 있다.

도 3a~도 3f 및 도 4a~도 4d의 각 도면은, 각각 도 3a, 도 3c, 도 3e 및 도 4a, 도 4c가 평면도, 도 3b, 도 3d, 도 3f 및 도 4b, 도 4d가 그 III-III, III-III, III-III, IV-IV, IV-IV 선 단면도이다.

또, 도 3a~도 3f, 도 4a~도 4d에서는 도 2f, 도 2g에 도시한 오의 영역(5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>)이나 전극(6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>)에 대한 도시가 생략되어 있다.

우선, 면방위기(100)인 소자 기판(50)의 표면과 이면에 살리콘 산화막(51, 52)을 형성한다(도 3a, 도 3b).

다음에, 살리콘 산화막(51)에 포토리소그래피 공정과 에칭 공정을 실시하여, 그 중앙 부분에 약 200 $\mu$ m $\times$ 200 $\mu$ m의 직사각형 원도우 개구부(41)를 형성한다(도 3c, 도 3d).

다음에, 이온 주입에 의해서, 원도우 개구부(41) 저면의 소자 기판(50)내에 붕소 이온(B<sup>+</sup>)을 고(高)도우즈량으로 주입하여, 약 200 $\mu$ m $\times$ 200 $\mu$ m의 직사각형 고농도 영역(9)을 형성한다(도 3e, 도 3f).

다음에, 살리콘 산화막(51) 중, 고농도 영역(9)을 둘러싼, 폭이 좁은 영역에 원도우 개구부(58)를 형성한다(도 4a, 도 4b).

이 원도우 개구부(58) 저면의 소자 기판(50)내에, 고농도 영역(9)보다는 적은 도우즈량으로 붕소 이온(B<sup>+</sup>)을 주입한다.

그 후, 도 2c~도 2g와 마찬가지로의 제조 공정을 거쳐서, 이방성 에칭에 의해 분리 공간(4')을 형성하여 기교 구조의 교량부(3')를 형성한다.

이상의 공정에 의해, 평면도가 도 5a, 그 VB-VB 선 단면도가 도 5b에 도시한 바와 같은 적외선 방사 소자(2')가 제조된다.

상술한 바와 같이, 이 적외선 방사 소자(2')의 교량부(3') 중앙 부분에는 고농도 영역(9)이 위치하고 있고, 그 고농도 영역(9)의 양측의 교량부(3') 부분의 붕소 이온의 도우즈량은 고농도 영역(9)의 도우즈량보다 낮아 비교적 저농도로 되어 있다.

이상은 이방성 에칭을 이용하여 교량부 밑에 분리 공간을 형성한 경우를 설명하였지만, 본 발명의 적외선 방사 소자는 희생층을 사용하여 분리 공간을 형성하는 살리콘 마이크로 머신에 의해서도 제조할 수 있다.

그 제조 공정을 도 6a~도 6c를 참조하여 설명한다.

도 6a~도 6c에 있어서, 참조 부호(70)는 소자 기판으로서, 살리콘 기판으로 구성되어 있다.

해당 소자 기판(70)의 표면에는, 살리콘 열 산화막으로 구성된 희생층(71)이 전면 성장되어 있다.

해당 희생층(71)상에는, 살리콘 구조체로 구성된 구조층(72)이 전면에 걸쳐 형성되어 있다(도 6a).

이 구조층(72)에 패터닝과 에칭을 실시하여, 구조층(72)으로 이루어진, 폭이 좁게 성형된 직사각형 영역(76)이 형성된다(도 6b).

이 직사각형 영역(76)의 길이 방향으로의 양단은 남겨진 구조층(72)과 접속된다.

직사각형 영역(76)의 양측에서는 희생층(71) 표면이 노출되어 있어서, 소자 기판(70)마다 전체를 에칭액에 침적하면, 직사각형 영역(76)의 저면 밑에 있는 희생층(71)이 사이드 에칭에 의해 제거되어 분리 공간(74)에 의해 기교 구조로 된 교량부(77)가 형성된다(도 6c).

이 교량부(77) 전체에 고도우즈량으로 불순물을 도핑하여 고농도 영역으로 해 두면, 교량부(77)의 중앙 부분에 고도우즈량으로 불순물을 도핑하여 고농도 영역을 마련해 두면(고농도 영역 및 전극은 도시하지 않

음), 적외선 방시 소자(12)를 얻을 수 있다.

단, 성숙한 적외선 방시 소자(12)에서는, 구조층(72)이 회생층(71)을 거쳐 소자 기판(70)에 잠속되어 있기 때문에, 교량부(77)의 얇은 회생층(71)을 거치지 않으면 소자 기판(70)으로 전달되지 않는다.

일반적으로, 회생층으로는 실리콘과의 애칭 선택비가 높은 것이 요구되고 있고, 그 때문에 실리콘 산화막 등의 산화물이 사용되는 것이 보통이다.

이 경우, 실리콘 결정과 비교하면 산화물의 열전도율이 낮기 때문에, 교량부(77)로부터의 열전도에 의한 열 방산이 용이하게 되어, 이 발명 소자(12)에서는 전술한 적외선 방시 소자(2, 2')와 비교할 때 열 응답 특성이 지연되어 버린다.

그래서, 회생층을 사용한 경우에도, 고속의 열 응답성을 갖는 적외선 방시 소자를 얻을 수 있는 제조 방법도 도 7a~도 7f의 공정도를 참조하여 설명한다.

도 7a, 도 7c, 도 7e는 평면도, 도 7b, 도 7d, 도 7f는 각각 도 7a, 도 7c, 도 7e의 VIII-VIII, VIII-VIII, VIII-VIII 단면도이다.

도 7a~도 7f에 있어서, 참조 부호(60)는 소자 기판으로서 실리콘 기판으로 구성되어 있다.

그 소자 기판(60) 표면에는 실리콘 산화막이 성막되어 있고, 포토리소그래피 공정과 애칭 공정에 의해 그 실리콘 산화막이 적시각형으로 성형되어 구성된 회생층(61)이 형성되어 있다(도 7a, 도 7b).

이 소자 기판(60)상에 실리콘막을 전면 퇴적하고, 그 실리콘막의 표면을 평탄화하여 구조층(62)을 형성한 후, 해당 구조층(62)의 원도우부를 개구하여 소자 기판(60)의 중앙 부분의 구조층(62)을 협폭으로 성형함으로써, 적시각형 영역(66)을 형성한다(도 7c, 도 7d).

이 적시각형 영역(66)의 일측으로 회생층(61)의 표면과 측면이 노출되어 있어서, 소자 기판(60)마다 전체를 애칭액에 침적하면, 회생층(61) 중 적시각형 영역(66)의 저면 밑에 있는 부분이 사이드 애칭에 의해 제거되어 적시각형 영역(66)의 저면 밑에 분리 공간(64)을 갖는, 기교 구조로 된 교량부(67)를 형성한다(도 7e, 도 7f).

이 교량부(67) 전체에 불순물을 고도수증으로 주입하거나, 중앙 부분에 미리 고농도 영역을 마련해 두면(고농도 영역 및 전극은 도시하지 않음), 회생층 없이, 교량부(67)가 소자 기판(60)과 직접 접촉된 적외선 방시 소자(22)를 제조할 수 있다.

다음에, 방시 효율을 더욱 높은 적외선 방시 소자에 대한 제조 방법을 도 20a, 도 20b를 이용하여 설명한다.

도 20a, 도 20b는 그 적외선 방시 소자의 교량부를 나타낸 것이다.

도 20a의 참조 부호(43a)는 교량부를 나타내고 있으며, 해당 교량부(43a)의 중앙 부분에 마련된 도시하지 않은 고농도 영역내에, 교량부(43a)의 일단 부분(46a)보다도 폭이 좁게 형성된 고저항부(45a)가 형성되어 있다.

이 고저항부(45a)의 단위 길이당 저항값은 일단부(46a)보다 높게 되어 있으며, 교량부(43a)에 전기가 통하게 되면 고저항부(45a)의 온도는 일단부(46a)의 온도보다도 높게 된다.

따라서, 이 적외선 방시 소자는 그 고농도 영역으로부터 방사되는 적외선 방사량이 많아지도록 제조되어 있다.

이와 같이 적외선 방시량을 많게 하기 위해서는, 도 20b에 도시한 바와 같이 교량부(43b)의 중앙 부분에 마련된 고농도 영역(도시하지 않음)내에 협폭부를 마련하여 고저항부(45b)를 만들고, 이 고저항부(45b)의 폭을 일단부(46b)보다 좁게 제조하여도 좋다.

이러한 고저항부(45a, 45b)의 저항값과 일단부(46a, 46b)의 저항값의 차이를 크게 하여 고저항부(45a, 45b)만을 고온으로 하기 위해서는, 일단부(46a, 46b)의 불순물 농도를 고저항부(45a, 45b)가 마련되어 있는 고농도 영역의 불순물 농도보다 높게 되도록 도핑하여 그 부분의 저항값을 적게 하면 된다.

다음에, 패키지를 갖는 적외선 방시 소자에 대한 제조 방법을 도 19a, 도 19b를 이용하여 설명한다.

도 19a, 도 19b에 있어서, 참조 부호(82)는 적외선 방시 소자를 나타내고 있으며, 해당 적외선 방시 소자(82)는 대좌(臺座)(81)와 캡(89)으로 구성된 패키지(88)를 가지고 있다.

도 19a는 캡(89)을 분리한 상태의 평면도이며, 도 19b는 캡(89)이 부착된 상태에서 그 캡(89)의 일부를 절단하여 내부 구조를 알 수 있도록 나타낸 측면도이다.

대좌(81) 표면에는 실리콘 기판으로 된 소자 기판(80)이 고정되어 있다.

그리고, 이 해당 소자 기판(80)에는 중앙 부분이 고농도 영역으로 된 교량부(83)와, 해당 교량부(83)과 전기적으로 접촉된 전극(86<sub>1</sub>, 86<sub>2</sub>)이 마련되어 있다.

대좌(81) 표면에는, 패키지 전극(84<sub>1</sub>, 84<sub>2</sub>)이 대좌(81)와 절연된 상태로 고정되어 있다.

또한, 대좌(81) 이면에는 플랜지(95)가 마련되고 있으며, 이 플랜지(95)로부터 수직 봉지에 의해 리드(96<sub>1</sub>, 96<sub>2</sub>)가 기밀하게 도출되어 있다.

이 리드(96<sub>1</sub>, 96<sub>2</sub>)의 한쪽 단부는 패키지(88) 외부에 위치하며, 다른쪽 단부는 대좌(81)내에서 패키지 전극(84<sub>1</sub>, 84<sub>2</sub>)과 각각 전기적으로 접속되어 있다.

각 패키지 전극(84<sub>1</sub>, 84<sub>2</sub>)은 금, 알루미늄 등의 금속선 와이어(85<sub>1</sub>, 85<sub>2</sub>)에 의해 각각 전극(86<sub>1</sub>, 86<sub>2</sub>)에 접

속되어 있으며, 리드(96<sub>1</sub>, 96<sub>2</sub>) 사이에 전압을 인가하면, 전극(86<sub>1</sub>, 86<sub>2</sub>)으로부터 교량부(83)로 전류가 흐르도록 제조되어 있다.

캡(89)은 배덕부가 있는 원통 형상을 하고 있으며, 배덕부로 약간 돌출된 원통부(90)와, 그 돌출된 부분에 마련되어 배덕부를 구성하는 적외선 투과부(91)를 구비하고 있다.

대좌(81)와 원통부(90)는 금속 재료로 구성되어 있다.

캡(89)은 H, Ar, Ne 등의 불활성 분위기하에서 대좌(81)상에 박워진다.

캡(89)과 대좌(81)의 사이에 형성된 공간내에 불활성 기체가 충전된 상태에서 대좌(81)와 캡(89)이 서로 가깝게 용접 고정되어 있다.

이에 따라 팩키지(88) 내부의 소자 기판(80)이 비산화성 분위기에 놓이게 된다.

이 팩키지(88)에서, 적외선 투과부(91)는 소자 기판(80)상에 배치되며, 적외선 투과부(91)의 지면은 소자 기판(80)과 대략 평행하게 되어 있다.

이 적외선 투과부(91)는 실리콘 기판으로 제조된다.

이 경우, 적외선 투과부(91)에 사용된 실리콘 기판의 결정은, 적외선은 투과시키지만 가시광선이나 자외광은 투과시키지 않는 필터 특성을 갖고 있기 때문에, 전기가 용하여 교량부(83)가 열열했을 때, 고농도 영역으로부터 방출된 적외광 중 불필요한 단파장광은 적외선 투과부(91)를 투과하지 못하고 적외선만이 팩키지(88) 외부로 방출되게 된다.

적외선 투과부(91)의 이면에는 반사 방지막이 성막되어 있어서, 적외선 투과부(91)에 효율적으로 적외선이 입사할 수 있도록 제조되어 있다.

이 적외선 투과부(91)의 중앙 표면 부분은 평탄하고 원개 형성되어, 적외선이 투과할 때에 적진할 수 있도록 구성된 원도우부(92)가 마련되어 있다.

이 원도우부(92)의 주위에는, 원도우부(92)의 중앙을 중심으로 동심원 모양의 홈이 파져 있다.

이들의 각 동심원 모양의 홈을 따라 적외선을 집광하는 프레넬 렌즈(93)가 형성되어 있다.

이 적외선 투과부(91)에서는, 교량부(83) 중앙의 고농도 영역 상측에 원도우부(92)가 배치되어 있기 때문에, 교량부(83)로부터 방출된 뒤 팩키지(88)내에서 확산된 적외선은 적외선 투과부(91)를 투과할 때에 프레넬 렌즈(93)에 의해 굴절되어 팩키지(88) 외부로 시출될 때에는 대략 평행광으로 되게 된다.

따라서, 이 적외선 방출 소자(82)로부터 방출된 적외선은 확산되지 않고 먼 곳까지 도달할 수 있게 된다.

또, 이 적외선 투과부(91)는 실리콘 기판으로 구성되었지만, 필요한 적외선의 파장에 따라 사파이어 기판 등의 다른 재료의 기판을 사용하는 것이 가능하다.

또, 사파이어 기판으로 적외선 투과부를 구성하는 경우에는, 특정한 파장의 적외선을 투과시킬 수 있도록 그 이면에 간섭 필터를 마련하여도 좋다.

이상 설명한 적외선 방출 소자를 구동하기 위해서는, 도 21의 블록도에 도시한 회로와 같이, 파형 발생 회로(31)에서 발생시킨 구형파나 정현파의 전압을 증폭 회로(33)에 입력하고, 해당 증폭 회로(33)에서 증폭한 전압을 적외선 방출 소자(32)에 인가하여, 전압 구동에 의해 적외선 방출 소자(32)로부터 적외선(34)을 방출시키도록 하는 것이 좋다.

그 구형파나 정현파의 주파수에 있어서, 구형파의 경우는 50kHz 이하, 정현파의 경우는 100kHz 이하이면, 700℃ 이상의 온도 반조폭으로 적외선을 방출할 수 있다(도 11 내지 도 14 참조).

또한, 주파수가 100kHz를 넘더라도, 1000kHz 이하이면, 최저 100℃의 온도 반조폭으로 적외선을 방출시킬 수 있다(도 14 참조).

이상은 고농도 영역을 p-층으로 형성한 경우를 설명하였는데, N형 불순물을 고농도로 도핑한 n-층으로 형성하여도 좋다.

또한, 이상은 본 발명의 적외선 방출 소자를 적외선 방출을 목적으로 사용한 경우를 설명하였지만, 본 발명에 의해서 제조되는 적외선 방출기는 피가열체의 미소 영역의 가열이나 기타 적외선 방출 이외의 용도로 하는 장치에도 사용할 수 있다.

그와 같은 장치에의 적용 및 해당 장치의 구동 방법도 본 발명에 의해 제조되는 적외선 방출 소자에 관하여 설명한 사항을 이용할 수 있다.

이상과 같이, 본 발명에 따르면, 실리콘 구조체로 이루어진 교량부로부터의 적외선 방출율이 높고 열 응답성이 좋은 고성능 적외선 방출 소자를 효율적으로 제조할 수 있다.

특히, 본 발명에서는 교량부를 형성하는 부분에, 이온 주입을 이용하여 불순물로서 붕소를 도핑하고 있으며, 또한 불순물층의 활성화에 알맞은 이온링 처리를 실시하고 있기 때문에, 고성능 적외선 방출 소자이면서도 양산성이 좋고 제조 비용을 저렴하게 할 수 있다.

또한, 본 발명에서는, 기교부를 실리콘으로 구성하고 이온 주입에 의해 불순물로서 붕소를 도핑함으로써, 습식 에칭에 의해 교량부 저면 밑에 공간을 마련할 수 있기 때문에, 염기로 적외선 방출 소자를 제조할 수 있다.

본 발명에서는, 고농도 영역을 교량부의 중앙 부분에만 마련하는 경우에는, 그 고농도 영역에 폭이 좁은 고저항부를 마련하면 고저항부를 고온으로 할 수 있으므로, 적외선 방출율을 증대시키는 것이 가능하게 된

다.

또한, 본 발명에서는, 교량부가 마련되어 있는 고농도 영역의 양측 농도를 높게 해 줌으로써, 현종 더 효율적으로 적외선을 방사할 수 있게 된다.

또한, 본 발명에서는, 교량부가 마련된 소자 기판을 백커지내에 수납하여 소자 기판을 불활성 가스 분위기 나 진공 상태 분위기에 둘 수 있어서, 고온으로 되는 교량부가 산소나 수분에 노출되지 않아 적외선 방사 소자의 소실 손상이나 열화를 방지할 수 있기 때문에, 신뢰성이 높고 수명이 긴 적외선 방사 소자를 얻을 수 있다.

또한, 본 발명에서는, 상술한 백커지의 적외선 투과부를 실리콘 기판으로 구성하면, 실리콘 기판은 가시광 아니 자외광을 투과시키지 않기 때문에, 적외선 방사 소자 자체에 광학 필터로서의 기능을 갖게 할 수 있다.

또한, 본 발명에서는 상술한 실리콘 기판에 동심원 모양의 홈을 마련하여 적외선 투과부에 프레넬 렌즈를 형성함으로써, 교량부로부터 방사된 후 일단 확산된 적외선이 프레넬 렌즈를 투과할 때에 굴절되어, 대략 평행광으로 될 수 있게 되므로, 적외선 방사 소자로부터 방사되는 적외선을 먼 곳까지 도달시킬 수 있다.

또한, 본 발명에서는 교량부의 지향의 온도 계수가 포지티브이고, 또한 시정수도 1msec 정도로서 열 응답 특성이 고속이기 때문에, 구형파의 경우는 50Hz 이하, 청원파의 경우는 100Hz 이하의 주파수이면, 전압 구동에 의해서 동작시키더라도, 큰 전류가 계속 흘러 교량부가 용단되는 일 없이, 700℃ 이상의 온도 변조폭으로 적외선을 방사시킬 수 있다.

본 발명에 따르면, 초미를 없어 가스 분석 시스템을 구성할 수 있는 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자를 제공할 수 있게 된다.

또한, 본 발명에 따르면, 100Hz를 넘는 주파수로 전압 구동을 한 경우에도, 주파수가 1000Hz 이하이면 100℃ 이상의 온도 변조폭으로 적외선을 방사할 수 있기 때문에, 고주파 적외선을 필요로 하는 지동차의 가스 분석 시스템에도 용이하게 대응할 수 있는 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자를 제공할 수 있다.

따라서, 본 발명에 따르면, 열 응답 특성이 고속이고 적외선 방사율이 높으며 간단한 구동 회로로 구동할 수 있을뿐 아니라 안정적인 정전압 구동을 가능하게 하는 고성능의 적외선 방사 소자를 저비용으로 양산성이 좋게 효율적으로 제조하는 것이 가능한 적외선 방사 소자의 제조 방법 및 동일 방법에 의해 제조되는 적외선 방사 소자를 제공할 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

소자 기판으로 이루어지는 단결정 실리콘 기판을 준비하는 공정과,

상기 소자 기판에 소정의 형상을 갖는 발열부를 형성하기 위하여, 상기 소자 기판의 상면측으로부터 이온 주입에 의해  $1.5 \times 10^{18}$ 개/cm<sup>2</sup> 이상의 피크 농도로 붕소를 도핑함으로써, 고농도 영역으로서의 불순물층을 형성하는 공정과,

상기 불순물층이 형성된 소자 기판에 상기 불순물층을 활성화하기 위한 소정의 조건하에서 어닐링 처리를 실시하는 공정과,

상기 소자 기판에 있어서의 상기 발열부에 대한 구동 전압의 인가부를 형성하기 위하여 상기 불순물층의 양단과 오믹 콘택트에 의해 접속되는 한 쌍의 전극을 형성하는 공정과,

상기 소자 기판에 있어서의 상기 발열부를 교량 형상으로 하기 위하여, 상기 불순물층의 중간 부분을 포함하는 히츨 부분을 이방성 에칭에 의해 제거하여 분리 공간을 형성하는 공정을 포함하며,

상기 한 쌍의 전극을 거쳐 상기 발열부에 구동 전압이 인가되었을 때, 상기 교량 형상으로 된 상기 발열부에서 상기 구동 전압에 따른 적외선을 방사하는 것이 가능하게 되는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

##### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이온 주입은 적어도  $3.0 \times 10^{16}$ 개/cm<sup>2</sup> 이상의 도우즈량으로 붕소를 도핑하는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

##### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 발열부는 두께가 0.2μm 이상, 5μm 이하로 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

##### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 발열부로부터 방사되는 적외선의 방사율이 0.5 이상으로 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 고농도 영역은 상기 발열부의 중앙 부분에 배치되며, 상기 고농도 영역에는 발열부의 양단보다도 폭이 좁은 고저항부가 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 고농도 영역의 양쪽에는 상기 고농도 영역보다 물순율 농도가 높은 영역이 위치하도록 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 고농도 영역은 상기 발열부의 중앙 부분에 배치되며, 상기 고농도 영역의 양쪽에는 상기 고농도 영역보다 물순율 농도가 낮은 영역이 위치하도록 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 8

제 1 항에 있어서,

적외선이 투과될 수 있는 적외선 투과부기 마련된 패키지를 준비하는 공정과,

상기 소자 기판을 상기 패키지내에 기밀하게 수납하는 공정을 더 포함하며,

상기 적외선 투과부를 통해 적외선을 방사할 수 있도록 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 적외선 투과부는 실리콘판으로 형성된 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 실리콘판에 동심원 모양의 홈을 마련하여, 프레넬 렌즈를 형성하는 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 발열부의 상기 고농도 영역을 발열시켜 적외선을 방사시키기 위하여,

상기 한 쌍의 전극 사이에 100Hz 이하의 주파수 전압이 인가되었을 때,

상기 고농도 영역의 온도 변조폭이 700℃ 이상, 1100℃ 이하로 되는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 발열부의 상기 고농도 영역을 발열시켜 적외선을 방사시키기 위하여,

상기 한 쌍의 전극 사이에 1000Hz 이하의 주파수 전압이 인가되었을 때,

상기 고농도 영역의 온도 변조폭이 100℃ 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 아날링 처리는, 1100℃ 내지 1200℃의 질소 가스 분위기하에서 5분 내지 40분, 또한 습식 산소 분위기하에서 25분 내지 40분 정도의 조건으로 실행되는 것을 특징으로 하는 적외선 방사 소자의 제조 방법.

## 청구항 14

소자 기판으로 되는 단결정 실리콘 기판을 준비하는 공정과,

상기 소자 기판에 소정의 형상을 갖는 발열부를 형성하기 위하여, 상기 소자 기판의 상면측으로부터 이온 주입에 의해  $1.5 \times 10^{19}$ 개/cm<sup>2</sup> 이상의 피크 농도로 붕소를 도핑함으로써, 고농도 영역으로서의 붕소물층을 형성하는 공정과,

상기 붕소물층이 형성된 소자 기판에 상기 붕소물층을 활성화하기 위한 소정의 조건하에서 아날링 처리를 실시하는 공정과,



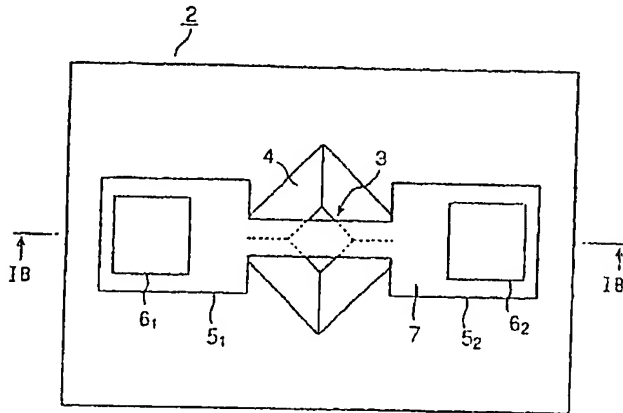
상기 소자 기판에 있어서의 상기 발열부에 대한 구동 전압의 인가부를 형성하기 위하여 상기 불순물층의 양단과 오믹 콘택트에 의해 접속되는 한 쌍의 전극을 형성하는 공정과,

상기 소자 기판에 있어서의 상기 발열부를 교량 형상으로 하기 위해, 상기 불순물층의 중간 부분을 포함하는 하측 부분을 이방성 에칭에 의해 제거하여 분리 공간을 형성하는 공정을 포함하는 적외선 방사 소자의 제조 방법에 의해 제조되는 것으로,

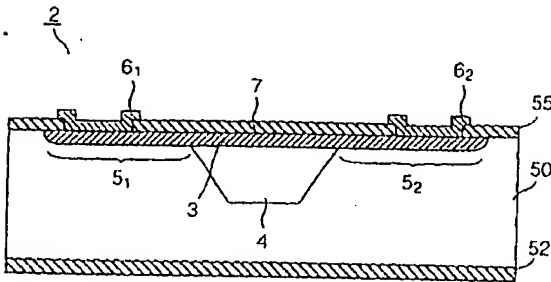
상기 한 쌍의 전극을 거쳐서 상기 발열부에 구동 전압이 인가되었을 때, 상기 교량 형상으로 된 상기 발열부로부터 상기 구동 전압에 따른 적외선을 방사하는 것이 가능하게 되는 적외선 방사 소자.

도면

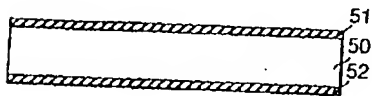
도면 1a



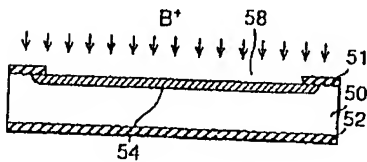
도면 1b



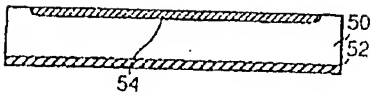
도면 2a



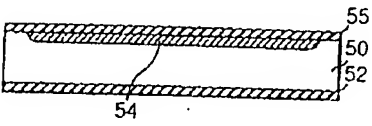
도면 2b



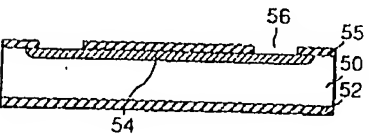
도면2c



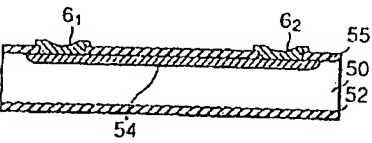
도면2d



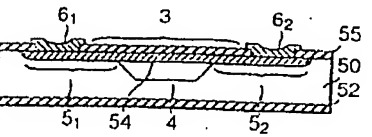
도면2e



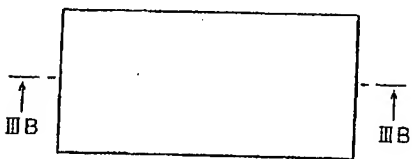
도면2f



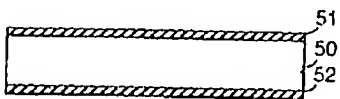
도면2g



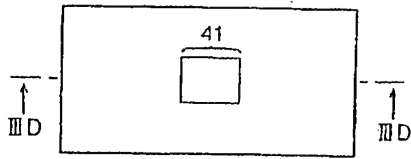
도면3a



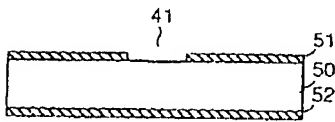
도면3b



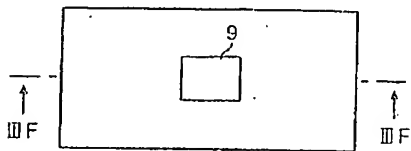
도면3c



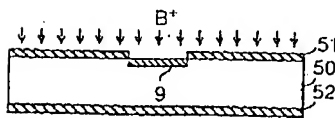
도면3d



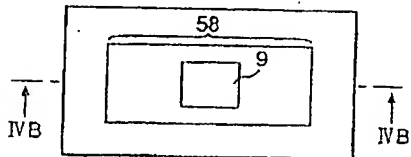
도면3e



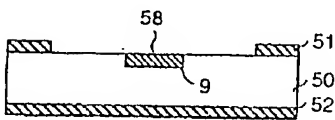
도면3f



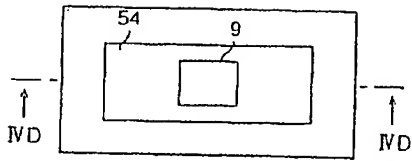
도면4a



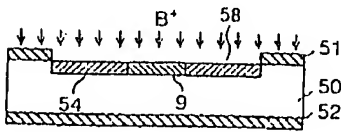
도면4b



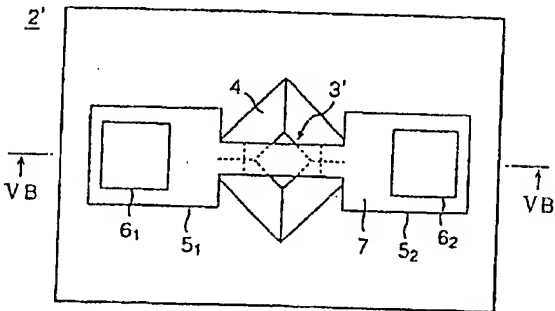
도면4c



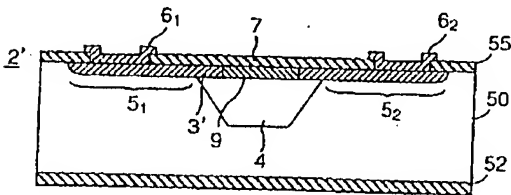
도면4d



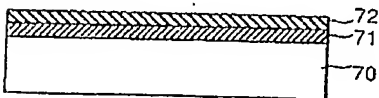
도면5a



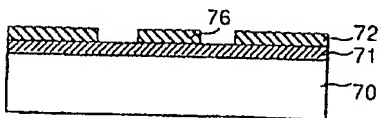
도면5b



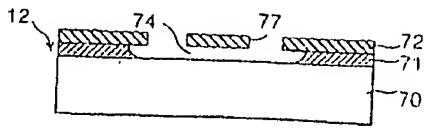
도면6a



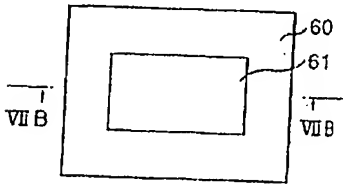
도면6b



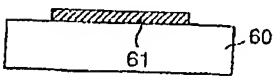
도면6c



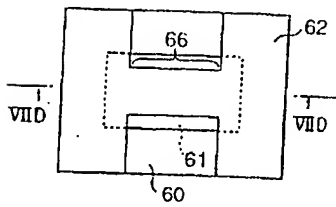
도면7a



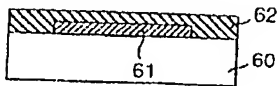
도면7b



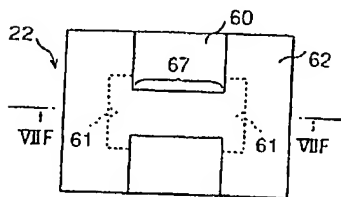
도면7c



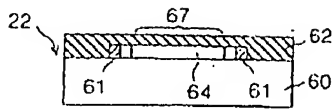
도면7d



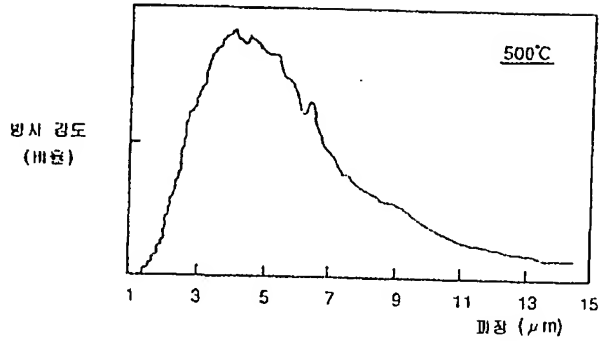
도면7e



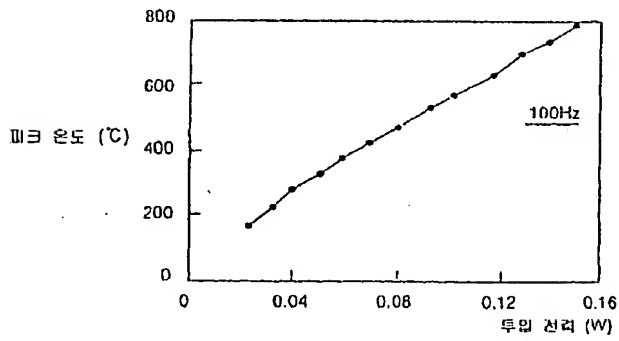
도면71



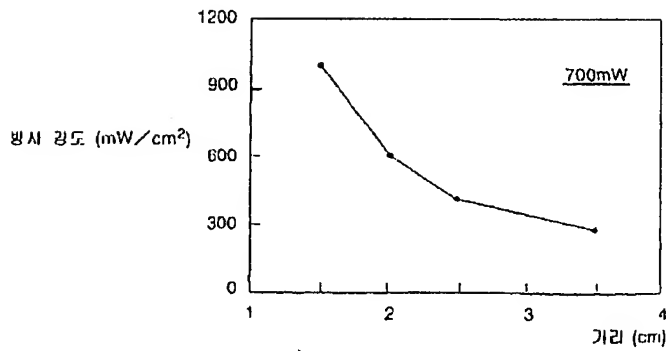
도면8



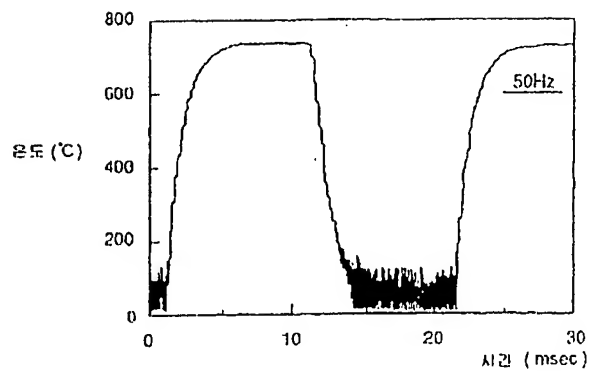
도면9



도면10



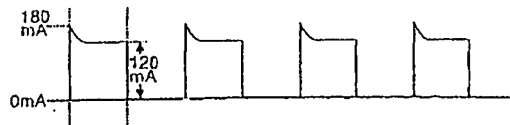
도면 11



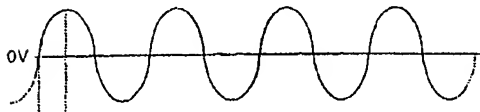
도면 12a



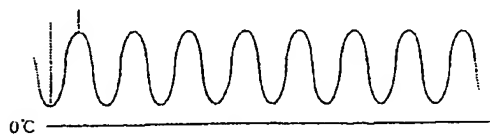
도면 12b



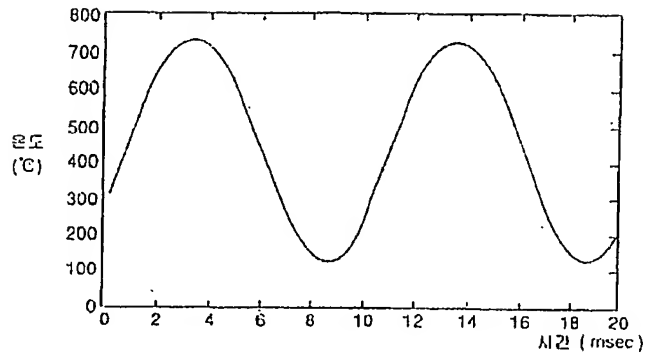
도면 12c



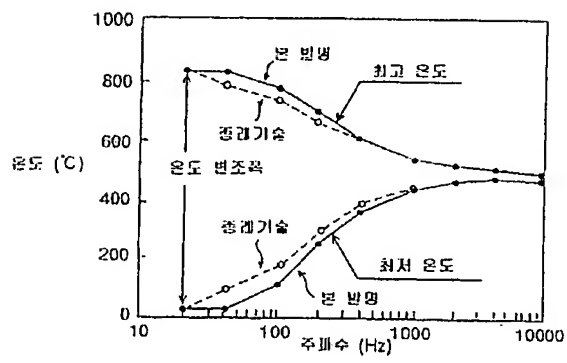
도면 12d



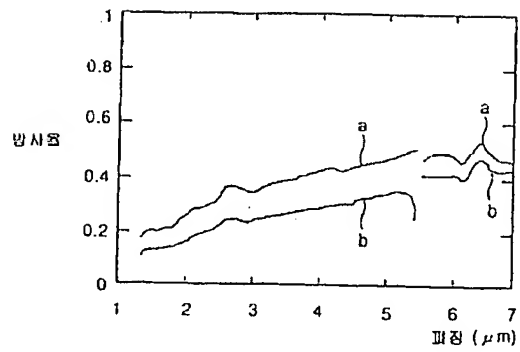
도면 13



도면 14

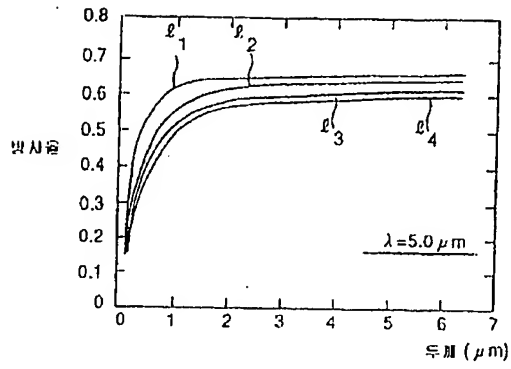


도면 15

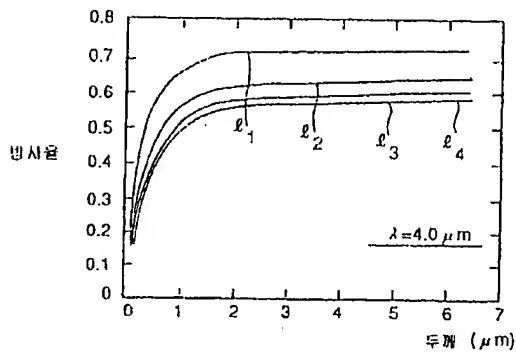




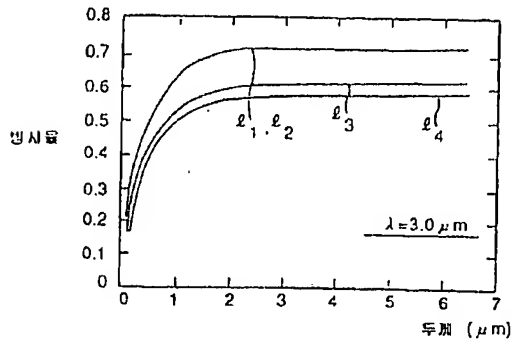
도면 16a



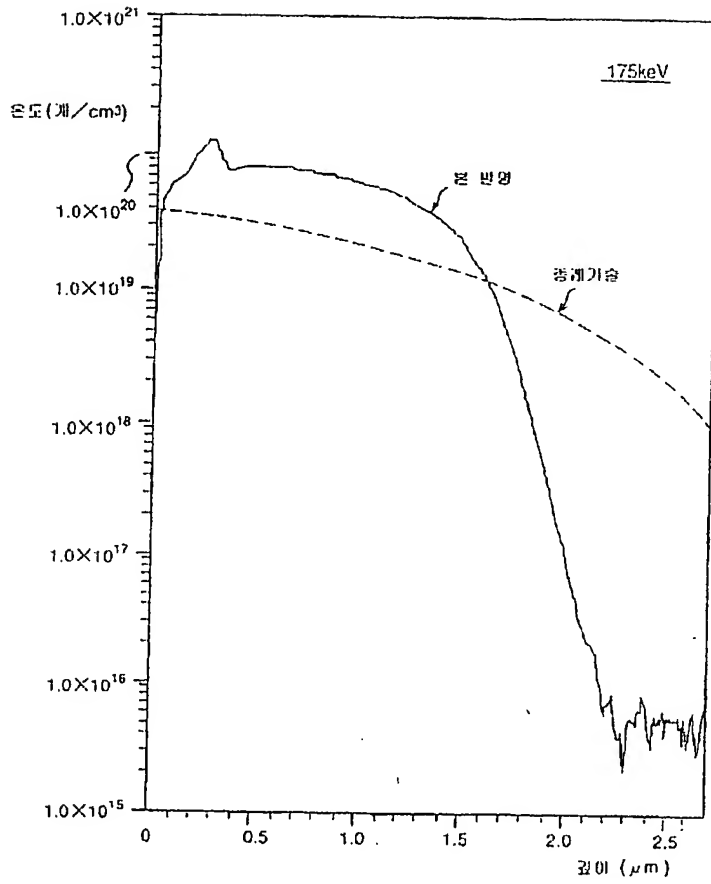
도면 16b



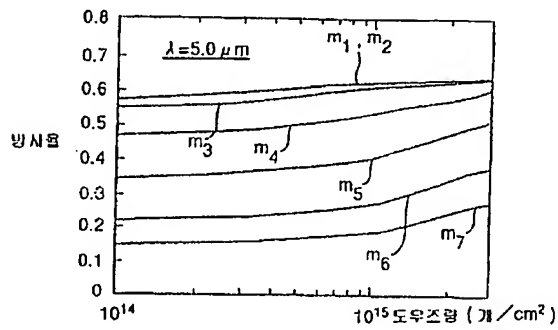
도면 16c



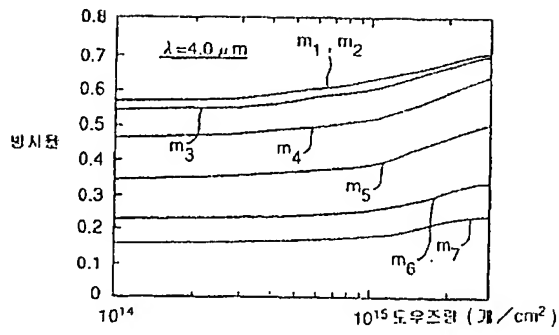
도면 17



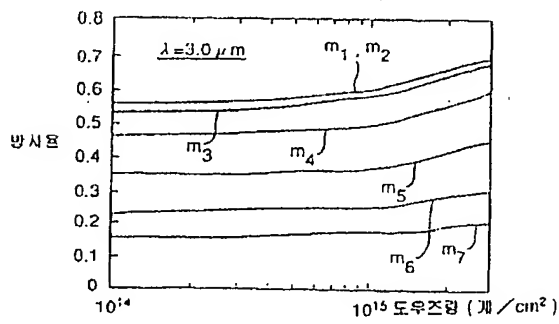
도면 18a



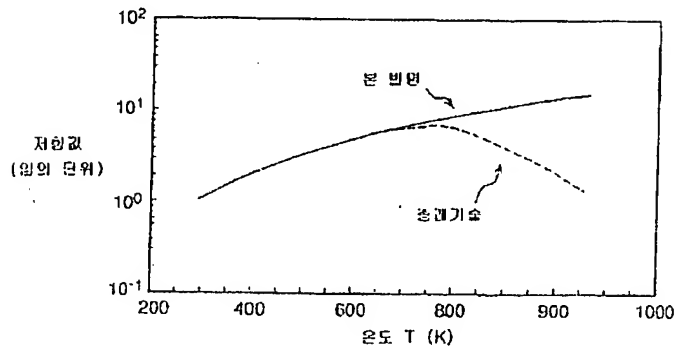
도면 18b



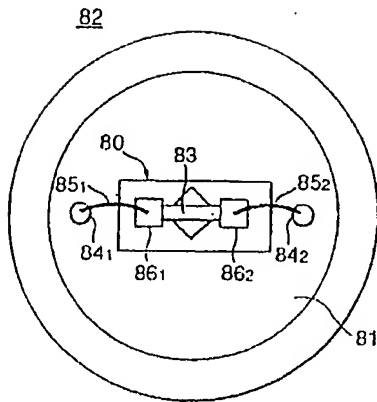
도면 18c



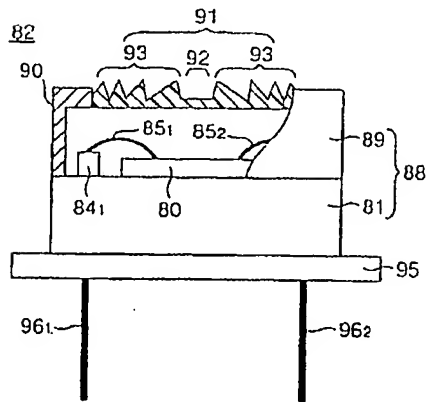
도면 18d



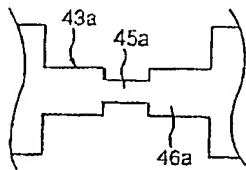
도 19a



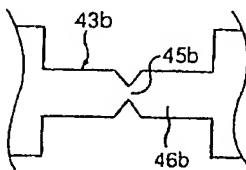
도 19b



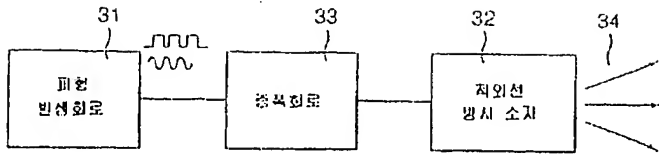
도 20a



도 20b



도면21



도면22

